

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2012.06.008

# 基于 PLC 的粉状工业炸药包装工艺设计研究<sup>\*</sup>

范国勇<sup>①</sup> 李晓龙<sup>②</sup> 王文胜<sup>②</sup> 范晓洁<sup>③</sup>

①中北大学机电工程学院(山西太原,030051)

②山西江阳兴安民爆器材有限公司(山西太原,030041)

③晋西工业集团有限责任公司(山西太原,030027)

[摘 要] 设计由可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)控制,传感器和执行器件组成的新型粉状工业炸药包装生产线。各种传感器向 PLC 发出信号,PLC 向各个执行机构回发指令,实现自动送料、装小袋、称重、缝口等工艺过程。改进后的包装工艺自动化程度高,作业人员由 12 人减至 6 人,劳动强度低,包装质量高。

[关键词] 可编程逻辑控制器 传感器 炸药包装

[分类号] TD235.2<sup>+</sup>1 TQ560.6

## 引言

火炸药的生产从原材料的投放到制成成品(包装前),已逐步实现半连续化或全连续化作业<sup>[1]</sup>。但是,粉状工业炸药在制成成品之后的包装工艺却非常滞后,企业通常采用的粉状炸药包装工艺和定岗人员如图 1 所示。混药罐混好的炸药由车拉入后投放到装药槽,工人用药铲将粉状炸药装入塑料袋中,台秤称重,质量合格后扎口,小袋组合装大袋,缝包机缝口,成品转出。



图 1 粉状工业炸药包装工艺和定岗人员示意图

由该工艺可以看出,工艺技术较为落后。包装过程仅用简单的铲子、台秤、手动缝包机,配以人工辅助完成整个包装过程。基本为纯人工作坊式生产。劳动强度大,生产条件恶劣,效率低下。以年产量为 5000 t 左右为例,仅包装工序人员至少需要 10 名以上。由于民爆生产企业其产品的爆炸特性和生产过程极易发生爆炸、燃烧事故而成为高危企业,重大危险源点多面广、风险等级高,一旦发生事故,将造成群体伤亡,安全隐患非常大<sup>[2]</sup>。因此,行业“十一五”规划中明确提出要彻底解决炸药装药包装自动化问题<sup>[3]</sup>。

## 1 PLC 的粉状工业炸药包装工艺设计思路

首先,民爆行业是高危行业,所以民爆生产企业的安全管理处于各项管理工作的首位。装药包装自动化设计必须坚定不移地贯彻“安全第一、预防为

主”的安全生产方针。要确保生产过程安全,设计的工艺、选用的设备、产品的传送与各种控制装置必须安全可靠,并且应设有安全控制和预防措施,严防事故发生<sup>[4]</sup>。

其次,粉状工业炸药包装工艺的发展方向应是整体工艺水平有较大的提高。采用先进的电子元器件,着力推广人机隔离、在线监测监控、自动化控制等安全工艺技术,提高设备的自动化水平。结合我国工艺的技术现状和各企业的具体情况,设计适合我国国情、厂情的工艺过程、人机隔离和自动监控包装生产线。改善工作环境,降低劳动强度,提高产品的包装质量<sup>[5-6]</sup>。

再次,包装生产线要经济实用和耐用。在保证技术先进的前提下,工艺要尽量简单,设备制造要物美价廉,且具有推广价值。设备与控制系统应具有很好的实际使用价值,操作简单,维护方便。

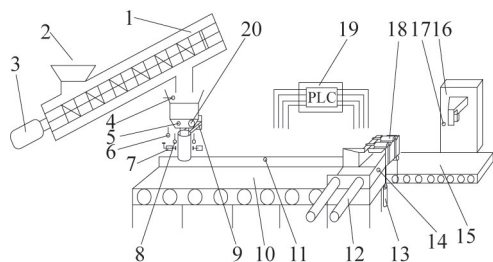
总之,设计的包装工艺应是安全、可靠、连续、自动、高效、经济,且具有较高技术含量,并与之科技进步相适应的新型系统<sup>[2]</sup>。

## 2 PLC 的粉状工业炸药包装工艺

根据工艺改进设计思路,贯彻“安全第一、预防为主”的安全生产方针。在确保安全生产前提下,充分应用当今的高科技电器产品,利用企业自身优势,非标件自己设计制造。制造出了由可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)控制,各种传感器和执行器件组成的包装生产线<sup>[7]</sup>。包装生产线组成如图 2 所示。

\* 收稿日期:2012-06-06

作者简介:范国勇(1956~),男,高级工程师。研究方向:民爆先进制造技术。E-mail:fgyjy135@nuc.edu.cn



1 - 螺旋送药机; 2 - 投料口; 3 - 变频电机; 4 - 药位传感器; 5 - 下料小螺旋杆; 6 - 接近开关; 7 - 夹紧气缸; 8 - 光电传感器; 9 - 称重传感器; 10 - 大传送带; 11 - 光电传感器(计数); 12 - 推袋气缸; 13 - 翻转气缸; 14 - 光电传感器(气缸回程); 15 - 小传送带; 16 - 工业缝包机; 17 - 光电传感器(料包到位); 18 - 药包整形气缸; 19 - PLC; 20 - 下料大螺旋杆

图 2 PLC 控制的包装生产线组成图

改进后的工艺路线为:投料→送料→装药→称重→扎口→挤压整形→装大袋→缝口→转出。主要分三大部分:装药、称重和挤压整形。

工艺过程简述如下:

1) 投料:混制好的火炸药由周转车或传送带送入投料口。

2) 送料:料粉经投料口 2 倒入后,由螺旋送药机 1 送入料斗,药位传感器 4 控制药面高度,若高出规定上限,药位传感器 4 向 PLC 发出信号,PLC 控制变频电机 3 暂停送料。

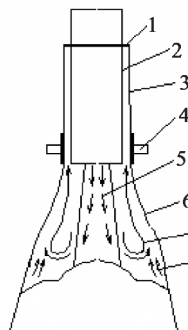
3) 装药:料粉装袋时,由人工将药袋套在料斗出口的夹袋料筒上。同时,操作者的手指触摸光电传感器 8(两个),光电传感器 8 向 PLC 发出信号,PLC 向夹紧气缸 7(两个)发出指令,夹紧气缸 7(两个)动作,夹紧药袋。准备接料。

料粉装药过程中会出现粉尘污染,这个现象不论在手工装药还是在机械装药中都会出现。其原因是:由于料粉倒入包装袋内的瞬间,它与袋内的原有空气有一个换位过程,并且料粉下落会带入一部分空气。这两个因素最终导致包装袋内空气压力瞬间升高,并从包装袋口部边缝逸出。料粉会被这部分气流带出包装袋,在包装袋口部周围产生粉尘污染。

根据以上分析,对装药过程中产生药粉粉尘的控制应首先从产生的机理上入手,然后再采用改进料斗出口结构加以控制。

在粉尘产生的机理上,采用两个步骤加以控制:一是减少每个袋子装药量。也就是将大药袋换成小药袋。即将原每袋 40 kg 分为 4 个小袋分装,每小袋 10 kg。二是套药袋时不是将药袋通长全部张开,只张开口部(过去为了装药方便,使粉料直接装入袋底部,是将药袋通长全部用气体打开)。这两个

步骤的目的都是为了减少药袋内空气的体积。在料斗出口结构上,将夹袋料筒做成双层结构。这样,既能使料粉进入包装袋内与原有气体换位产生的压力气体排放,又可防止含料粉气体逸出袋外。还可对料粉粉尘进行捕捉。其结构及原理如图 3 所示。



1 - 排气口; 2 - 内层料筒; 3 - 外层料筒; 4 - 夹袋机构; 5 - 物料流; 6 - 药袋; 7 - 带入气体流; 8 - 袋内原有气体流

图 3 夹袋料筒双层结构示意图

料粉装袋过程中,包装袋内料粉落入时带入的空气和袋内原有空气在进料的同时向口部运动,通过内、外层料筒的间隙向上并经上部排气口排出。在排气口上加装一块密度高、透气性好的滤网,靠包装袋内空气的向上流动和料粉的自然沉降,用滤网的过滤作用排走空气而将料粉留下<sup>[8]</sup>。

4) 称重:过去的工艺方法,是静态的机械称重,效率低下,而此时采用的是由称重传感器控制的动态电子称重。在快速生产过程中,动态称重精度是一个关键工序。物料流量大小决定着物料对称重系统冲击力的大小,物料下料流量大时,称重速度快,但计量精度难以保证。下料流量小时,称重的计量精度可以保证,但称重效率很低。为兼顾系统称重的计量精度和称重速度两方面要求,在给料速率上采用两级控制方式,即由 PLC 控制下料大流量的大螺旋杆和下料小流量的小螺旋杆<sup>[9]</sup>。

此时,夹紧气缸 7(两个)触发了接近开关 6,接近开关 6 向 PLC 发出信号,PLC 控制下料大螺旋杆 20 和下料小螺旋杆 5 同时启动下料。当质量达到称重传感器 9 的第一设定值时,称重传感器 9 向 PLC 传达信号,PLC 程序控制下料大螺旋杆 20 停止下料,下料小螺旋杆 5 继续下料。当质量达到称重传感器 9 的第二设定值时,称重传感器 9 向 PLC 发出信号,PLC 控制下料小螺旋杆 5 停止下料,同时 PLC 控制夹紧气缸 7 回程,松开药袋,药袋落到了大传送带 10 上。

5) 扎口、挤压整形:小袋由大传送带 10 送至顶端。在大传送带 10 中部安装有光电传感器(计数)

11. 小袋在传送过程中由人工进行扎口。当两小袋药到达大传送带 10 顶端,光电传感器(计数)11 向 PLC 发出信号,PLC 控制大传送带 10 暂停,停止传送,并控制推袋气缸 12 将两小袋药推入整形装袋机。当推袋气缸 12 回程后,光电传感器(气缸回程)14 向 PLC 发出信号,PLC 控制大传送带 10 恢复传送。同时控制药包整形气缸 18 动作,对进入整形装袋机中的两小袋药进行挤压、整形。当第二次两小袋药到达大传送带 10 顶端,重复推药袋程序。在整形装袋机中与前次的两小袋药再进行一次挤压整形。

6)装大袋:光电传感器(气缸回程)14 向 PLC 发出次数信息,PLC 控制翻转气缸 13 翻转整形装袋机,将 4 小袋药装入套在整形装袋机口部的大袋中,并放在小传送带 15 上,大袋药由小传送带 15 送至工业缝包机 16<sup>[10]</sup>。

7)缝口:在工业缝包机 16 前面有光电传感器(料包到位)17,向 PLC 发出料包到位信息,PLC 指令工业缝包机 16 工作,对大袋药进行缝口,缝口后由人工转出。

### 3 改进前后的工艺比较

1)改进后的包装工艺应用了先进的电子元器件,提高了工艺和设备的自动化和连续化水平。把原手工装药、装大袋及缝口工序均改为自动装药、装大袋及缝口,提高了安全系数和作业效率。

2)改进后的包装工艺和定岗人员如图4所示。

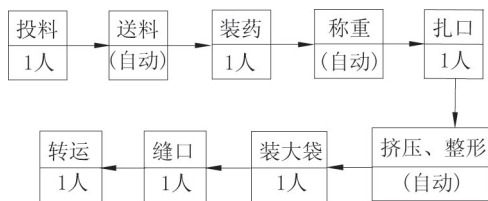


图4 改进后包装工艺和定岗人员示意图

原包装工艺作业共需 12 人,改进后仅需 6 人。减少了危险工房在线作业人数。在需要情况下可在大传送带 10 上安排检验人员或复称药包质量。

3)由于实现了包装过程的自动作业,改变了纯人工作坊生产方式,并增加了挤压、整形工序,降低了工人的劳动强度,提高了包装质量。

### 4 结论

粉状炸药包装工艺改进后,经过近一年的使用,效果良好,系统工作稳定可靠。不但能够有效减少危险工房在线作业人数,包装质量大为提高,还大大降低了在线作业人员的劳动强度,并提高了企业的年产量。工艺改进后取得了良好的经济效益和社会效益。

### 参考文献

- [1] 杨民刚. 工业炸药包装工艺设备现状及发展方向[J]. 煤矿爆破,2004(2):23-25.
- [2] 肖师宇. 民爆物品生产企业安全管理实践探讨[J]. 大科技,科技天地,2011(9):66-67.
- [3] 张进. 工业炸药中包包装生产线关键技术的研究与设计[D]. 武汉:武汉工业学院,2008.
- [4] 常新岩,谢永言,郑永芬. 工业炸药自动包装线的安全性探讨[J]. 爆破器材,2009,38(1):8-10.
- [5] 窦岩,姜洪亮. 信息技术在工业炸药生产领域的应用与展望[J]. 中国高新技术企业,2011(34):61-62.
- [6] 国防科学技术工业委员会. GB50089—2007 民用爆破器材工程设计安全规范[S]. 2007.
- [7] 刘忠山. 全自动中包—装箱生产线传送部分电控系统设计[J]. 现代机械,2011(4):42-45.
- [8] 吴建章. 面粉打包秤粉尘的产生和控制[J]. 粮食与饲料工业,2008(3):6,9.
- [9] 缪刚,韩震宇,温显超. 电子定量包装秤系统设计[J]. 机械设计与制造,2011(3):25-27.
- [10] 宋少云,张国金,巫纯辉,等. 工业炸药裹包装置上翻包机构的图解法设计[J]. 爆破器材,2009,38(4):33-35.

## Research Design on the Packaging Technology of Powder Industrial Explosive Based on PLC

Fan Guoyong<sup>①</sup>, Li Xiaolong<sup>②</sup>, Wang Wensheng<sup>②</sup>, FANG Xiaojie<sup>③</sup>

<sup>①</sup>College of Mechanical Engineering, North University of China (Shanxi TaiYuan, 030051)

<sup>②</sup>Shanxi Jiangyang Xing'an Industrial Explosive Material Co. Ltd(Shanxi TaiYuan, 030041)

<sup>③</sup>Jinxi Industries Group Co. Ltd(Shanxi TaiYuan, 030027)

[ABSTRACT] A new powder industrial explosive packaging production line is designed, which is controlled by Programmable Logic Controller (PLC) and constituted by sensor and actuator devices. Based on signals received from a variety of sensors, the PLC gives directives to the corresponding implementing agencies accordingly to achieve automatic feeding, pouching, weighting, and seaming processes. The developed process has the advantages of high degree of automation, low labor intensity, and high-quality of packaging.

[KEY WORDS] PLC, sensor, explosive packaging